



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2000299991 A**(43) Date of publication of application: **24.10.00**

(51) Int. Cl. **H02N 1/00**  
**B41J 2/045**  
**B41J 2/055**

(21) Application number: **11104235**(22) Date of filing: **12.04.99**(71) Applicant: **SEIKO EPSON CORP**

(72) Inventor: **KITAHARA KOJI**  
**SATO KAZUHIKO**  
**MARUYAMA HIROYUKI**

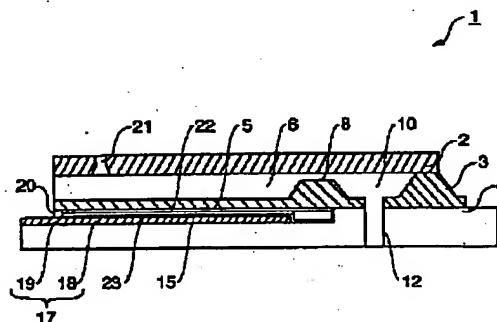
(54) **ELECTROSTATIC ACTUATOR**

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain an electrostatic actuator, having high durability by restricting the occurrence of adhesion of counter electrodes and the overlapping of hydrophobic films formed on the surfaces of the electrodes.

**SOLUTION:** Hydrophobic films 22, 23, consisting of HMDS (hexamethyldisilane), are respectively formed on the surface of a diaphragm 5 as one counter electrode at an electrostatic inkjet head 1 and on the surface of a segment electrode 18 as another opposite electrode. This space 15 between these counter electrodes is sealed airtightly with a sealing material 20, this space 15 is filled with a discharge restricting gas having a discharge start potential higher than that of nitrogen gas, and also the HMDS is sealed at a concentration higher than 0.3%. Thus, discharge between the electrodes can be restricted, and the occurrence of overlappings between the hydrophobic films caused by a discharge between the electrodes can be restricted.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-299991  
(P2000-299991A)

(43) 公開日 平成12年10月24日 (2000. 10. 24)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト* (参考)
H 0 2 N 1/00		H 0 2 N 1/00	2 C 0 5 7
B 4 1 J 2/045		B 4 1 J 3/04	1 0 3 A
2/055			

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平11-104235

(22) 出願日 平成11年4月12日 (1999. 4. 12)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社  
東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 北原 浩司

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72) 発明者 佐藤 和彦

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(74) 代理人 100093388

弁理士 鈴木 喜三郎 (外2名)

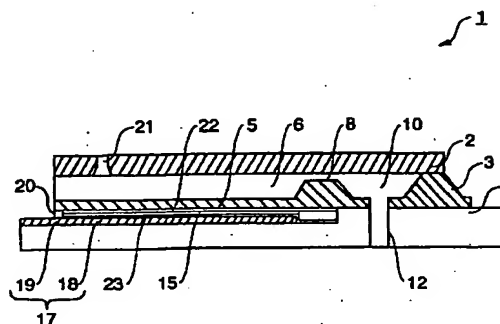
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 静電型アクチュエータ

(57) 【要約】

【課題】 対向電極の貼り付き、電極表面に形成されている疎水膜の重合の発生を抑制して、耐久性の高い静電型アクチュエータを実現すること。

【解決手段】 静電型インクジェットヘッド1における一方の対向電極である振動板5の表面および他方の対向電極であるセグメント電極18の表面にはそれぞれHMDSからなる疎水膜22、23が形成されている。これらの対向電極間の空間15は封止材20によって気密封止されており、この空間15には、窒素ガスよりも放電開始電位が高い放電抑制ガスが充填され、また、0.3%以上の濃度でHMDSが封入されている。電極間の放電を抑制でき、電極間放電に起因する疎水膜の重合の発生を抑制できる。よって、当該疎水膜の耐久性を改善でき、結果として、インクジェットヘッド1の耐久性を高めることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 一定の間隔で対向配置された相対変位可能な第1および第2の電極部材と、これらの電極部材の間に静電気力を発生させて当該電極部材を相対変位させる駆動手段と、前記第1および第2の電極部材のうちの少なくとも一方の部材における他方の部材との対向表面に形成された疎水膜とを有する静電型アクチュエータにおいて、

前記第1および第2の電極部材の間には、これらの部材間の放電を抑制するための放電抑制ガスが気密封入されていることを特徴とする静電型アクチュエータ。

【請求項2】 請求項1において、前記放電抑制ガスは、 $\text{CF}_4$ 、 $\text{SF}_6$ 、ブタン、エチルアルコールを含む群より選択されたものであることを特徴とする静電型アクチュエータ。

【請求項3】 請求項1または2において、前記疎水膜は、疎水基を備えていると共に水酸基と反応可能な有機珪素化合物を用いて形成されたものであることを特徴とする静電型アクチュエータ。

【請求項4】 請求項1ないし3のうちの何れかの項において、

前記第1および第2の電極部材の間に、疎水基を備えていると共に水酸基と反応可能な有機珪素化合物が気密封止されていることを特徴とする静電型アクチュエータ。

【請求項5】 請求項4において、前記有機珪素化合物はヘキサメチルジシラザン ( $(\text{CH}_3)_3\text{SiNH}\text{Si}(\text{CH}_3)_3$ ) であり、0.3パーセント以上の濃度で気密封止されていることを特徴とする静電型アクチュエータ。

【請求項6】 請求項1ないし5のうちの何れかの項において、

前記第1および第2の電極部材の相対変位によって容積が変動するインク室と、当該インク室に連通しているインクノズルとを有し、前記駆動手段は、前記第1および第2の電極部材の間に電気パルスを加する電圧印加手段を備え、前記電気パルスの印加に応じて前記インクノズルからインク液滴が吐出されるようになっていることを特徴とする静電型アクチュエータ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、対向電極間に電圧を加することにより発生する静電気力を駆動源として利用している静電型アクチュエータに関するものである。

【0002】 更に詳しくは、本発明は、対向電極間の貼り付き現象、対向電極表面に形成されている疎水膜の異物化（重合現象）等を低減することにより、耐久性の向上を図った静電型アクチュエータに関するものである。

【0003】

【従来の技術】 対向電極間に発生する静電気力を利用し

てインク液滴を吐出する静電型インクジェットヘッドは、例えば、本出願人による特開平5-50601号公報、同6-70882号公報に開示されている。

【0004】 静電型インクジェットヘッドは、インクノズルに連通しているインク室の底面が弾性変形可能な振動板として形成されている。この振動板には、一定のギャップでガラス基板が対向配置されている。振動板は薄いシリコン基板からなり、対向電極の一方として機能する。ガラス基板の表面には、例えばスパッタリングにより形成したNi膜からなる電極が形成されている。

【0005】 これらの対向電極間に電圧を印加すると、これらの間に発生する静電気力によってインク底面を形成している振動板がガラス基板に対して静電吸引あるいは静電反発されて振動する。このインク室の底面の振動に伴って発生するインク室の内圧変動によりインクノズルからインク液滴が吐出される。従って、対向電極間に印加する電圧を制御することにより、記録に必要な時のみインク液滴を吐出する、所謂インク・オン・デマンド方式を実現できる。

【0006】 ここで、対向電極間に繰り返し電圧を印加してインクジェットヘッドを駆動している間に、対向電極の表面、すなわち、対向しているインク室底面および基板の表面に水分が付着すると、これらの極性分子の帯電によって、静電吸着特性あるいは静電反発特性が低下するおそれがある。また、基板の表面に吸着した極性分子が相互に水素結合して、インク室底面が基板側に貼り付いたままの状態（スティッキング状態）となり、動作不能になるおそれがある。

【0007】 このような弊害を回避するために、例えば、特開平7-13007号公報、米国特許第5,331,454号公報には、パーフルオロデカン酸（PFDA）の配向単分子層からなる疎水膜を対向電極表面に形成して、それらを疎水化する方法が開示されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、PFDAを用いて疎水化を図る方法では、PFDAからなる層の耐久性が十分ではなく、対向電極間に発生する繰り返し電界のために、PFDAの層が部材表面から剥離し、剥離部分が凝集して部材間の相対変位を妨げる異物が発生するおそれがある。このような異物が発生するとアクチュエータが動作不能に陥る危険性もある。

【0009】 一方、静電型アクチュエータでは、対向電極間に十分な静電気力を発生させるためにそれらのギャップを可能な限り狭くすることが望ましい。また、静電型アクチュエータの高密度化、微小化を達成するためにも、対向電極のギャップは可能な限り狭くすることが望ましい。しかし、PFDAの分子は大きいので、ギャップの小さな対向電極表面にPFDAの層を適正な状態で付着させることが困難である。

【0010】 かかる問題点に鑑みて、本願人は、先に、

特開平10-181028号において、ヘキサメチルジシラン（HMD S）を用いて対向電極の表面に疎水膜を形成すると共に、対向電極間に0.3パーセント以上の濃度でHMD Sを封入する対向電極表面の疎水化処理方法を提案している。

【0011】疎水膜の耐久性を高めるためには、対向電極間に封入するHMD S濃度を更に上げればよい。しかし、HMD Sは常温常圧下では液体であり、対向電極間に封入される窒素ガスに対して1%程度で飽和してしまう。よって、対向電極間に封入されるHMD Sの濃度を高めることにより疎水膜の耐久性を高める方法には限度がある。また、対向電極間にHMD Sを封入する方法により得られる疎水膜においては、その重合の発生頻度にもばらつきがあり、所定の耐久性を安定して得ることができない場合もある。

【0012】ここで、本発明者等は、対向電極間の貼り付きを防止するために対向電極表面に形成されている疎水膜の異物化（重合現象）の主要原因の一つが、対向電極間の放電現象であることを見出した。

【0013】本発明の課題は、かかる新たな知見に基づき、対向電極表面の疎水膜の異物化の発生をより確実に抑制することにより、より耐久性の高い静電型アクチュエータを実現することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために、本発明は、一定の間隔で対向配置された相対変位可能な第1および第2の電極部材と、これらの電極部材の間に静電気力を発生させて当該電極部材を相対変位させる駆動手段と、前記第1および第2の電極部材のうちの少なくとも一方の部材における他方の部材との対向表面に形成された疎水膜とを有する静電型アクチュエータにおいて、前記第1および第2の電極部材の間には、これらの部材間の放電を抑制するための放電抑制ガスが気密封入されていることを特徴としている。

【0015】ここで、前記放電抑制ガスは、 $\text{CF}_4$ 、 $\text{SF}_6$ 、ブタン、エチルアルコール等のように、窒素ガスに比べて、放電開始電位の高いガスを用いれば良い。

【0016】このように構成した本発明の静電型アクチュエータによれば、第1および第2の電極部材の間の放電が抑制されるので、電極部材表面に形成されている疎水膜が放電により異物化（重合）してしまうことが抑制あるいは防止される。よって、耐久性の高い静電型アクチュエータを実現できる。

【0017】本発明の上記構成は、疎水膜がPFDAの配向単分子層から形成されている場合においても、電極間の放電に起因する疎水膜の重合化を抑制できる。勿論、疎水膜が、HMD S等のような、疎水基を備えていると共に水酸基と反応可能な有機珪素化合物を用いて形成されたものである場合には、PFDAを用いる場合に比べて、より耐久性のある静電型アクチュエータを実現

できる。

【0018】ここで、疎水膜が、HMD S等のような、疎水基を備えていると共に水酸基と反応可能な有機珪素化合物を用いて形成されている場合には、前記第1および第2の電極部材の間に、疎水基を備えていると共に水酸基と反応可能な有機珪素化合物が気密封止された構成を採用することが望ましい。特に、0.3パーセント以上の濃度で気密封止されていることが望ましい。

【0019】本発明の静電型アクチュエータはインクジェットヘッドとして用いることができ、この場合には、前記第1および第2の電極部材の相対変位によって容積が変動するインク室と、当該インク室に連通しているインクノズルとを有し、前記駆動手段は、前記第1および第2の電極部材の間に電気パルスを加する電圧印加手段を備え、前記電気パルスの印加に応じて前記インクノズルからインク液滴を吐出する構成とされる。

【0020】

【発明の実施の形態】以下に図面を参照して、本発明を適用した静電型アクチュエータが組み込まれた静電駆動型のインクジェットヘッドの一例を説明する。

【0021】（全体構成）図1は本例のインクジェットヘッドの分解斜視図である。図2は組み立てられたインクジェットヘッドの断面構成図（図3のI-I線断面）、図3はその平面図、図4はその部分断面図（図3のIV-IV線切断部分）である。

【0022】これらの図に示すように、インクジェットヘッド1は、基板の上面に形成したインクノズルからインク液滴を吐出するフェイスインクジェットタイプのものである。このインクジェットヘッド1は、キャビティープレート3を挟み、上側にノズルプレート2、下側にガラス基板4がそれぞれ積層された3層構造となっている。

【0023】キャビティープレート3は、例えばシリコン基板であり、プレートの表面には底壁が振動板5として機能するインク室6を構成することになる凹部7と、凹部7の後方に設けられたインク供給口8を形成することになる細溝9と、各々のインク室6にインクを供給するためのインクリザーバ10を構成することになる凹部11とがエッチングによって形成されている。

【0024】キャビティープレート3の上側に接合されるノズルプレート2は、例えば、キャビティープレート3と同様にシリコン基板から形成されている。ノズルプレート2において、インク室6の上面を規定している部分には各インク室6に連通する複数のインクノズル21が形成されている。

【0025】ノズルプレート2をキャビティープレート3に接合することにより、上記の凹部7、11および細溝9が塞がれて、インク室6、インク供給口8、インクリザーバ10がそれぞれ区画形成される。インクリザーバ10の底面を規定する部分にはインクリザーバ10に

インクを供給するための孔12aが設けられており、基板接合後、後述するガラス基板4に設けられた孔12bと共にインク供給孔12を形成する。インク供給孔12には、不図示の接続チューブを介して不図示のインクタンクが接続される。インク供給孔12から供給されたインクは、各インク供給口8を経由して独立した各インク室6に供給される。

【0026】ここで、静電型アクチュエータは、一時的に各インク室内の圧力を上昇させて、対応するインクノズルからインク滴を吐出させるために、各インク室にそれぞれ設けられている。各静電アクチュエータは微小なギャップをもって対向配置された第1および第2の電極部材を有している。本例では、第1の電極部材は、後述するように、ガラス基板4の凹部16に形成されたITO膜であり、第2の電極部材はインク室6の底に形成された変形可能な振動板5である。

【0027】次に、キャビティープレート3の下側に接合されるガラス基板4は、シリコンと熱膨張率が近いホウ珪酸ガラス基板である。このガラス基板4において、それぞれの振動板5に対向する部位にはギャップ15を構成することになる凹部16が形成されている。この凹部16の底面には、振動板に対向する個別電極（第1の電極部材）17が形成されている。個別電極17は、ITOからなるセグメント電極部18と端子部19を有している。

【0028】ガラス基板4をキャビティープレート3に接合することにより、各インク室6の底面を規定している振動板5と個別電極17のセグメント電極部18は、非常に狭いギャップを隔てて対峙する。これらの間の空間15は、キャビティープレート3とガラス基板4の間に配置した封止材20によって気密封止される。

【0029】振動板5は薄肉とされており、面外方向、すなわち、図2において上下方向に弾性変形可能となっている。この振動板5は、各インク室側の共通電極として機能する。この共通電極（第2の電極部材）としての振動板5の底面51には、HMDSを用いて形成された疎水膜22が形成されている。この振動板5に対向する個別電極17のセグメント電極部18の表面にも、HMDSを用いて形成した疎水膜23が形成されている。ギャップを挟み、振動板と、対応する各セグメント電極部18とによって対向電極が形成される。

【0030】ここで、本例においては、封止材20によって気密封止状態にある各振動板5と対応する個別電極17の間の空間15には窒素ガスよりも放電開始電位が高い放電抑制ガスが充填されており、この放電抑制ガスには0.3%以上の濃度でHMDSが含まれている。

【0031】次に、振動板5と個別電極17の間には電圧印加装置25が接続されている。電圧印加装置25の一方の出力は各個別電極17の端子部19に接続され、他方の出力はキャビティープレート3に形成された共通

電極端子26に接続されている。キャビティープレート3自体は導電性を持つので、この共通電極端子26から振動板（共通電極）5に電圧を供給することができる。

【0032】なお、より低い電気抵抗で振動板5に電圧を供給する必要がある場合には、例えば、キャビティープレート3の一方の面に金等の導電性材料の薄膜を蒸着やスパッタリングで形成すればよい。本例では、キャビティープレート3とガラス基板4との接続に陽極接合を用いているので、キャビティープレート3の流路形成面側に導電膜を形成してある。

【0033】この構成のインクジェットヘッド1においては、電圧印加装置25からの駆動電圧が対向電極間に印加されると、対向電極間に充電された電荷によるクーロン力が発生し、振動板5はセグメント電極部18の側に撓み、インク室5の容積が拡大する。次に、電圧印加装置25からの駆動電圧を解除して対向電極間の電荷を放電すると、振動板5はその弾性復帰力によって復帰し、インク室6の容積が急激に縮小する。この時発生する内圧変動により、インク室6に貯留されたインクの一部が、インク室6に連通しているインクノズル21から記録紙に向かって吐出する。

【0034】（製造方法）次に、インクジェットヘッドの製造方法を説明する。

【0035】図5はインクジェットヘッド1の製造工程の一例を示す概略フローチャートである。まず、ステップST1において、インクジェットヘッド1を構成しているキャビティープレート3、ノズルプレート2、ガラス基板4をそれぞれウエハから加工して製造する。

【0036】次に、図5のステップST2において、これらの3部材を相互に組み立てて（接合して）インクジェットヘッドを形成する。すなわち、ギャップが形成されるように、キャビティープレート3の底面側にガラス基板4を組み付ける。この状態では、共通電極である振動板5の底面51、およびセグメント電極部18の表面のいずれにも疎水膜は未だ形成されていない状態にある。

【0037】次に、ステップST3の前処理（乾燥）工程において、インクジェットヘッド1に対して前処理を施し、その表面に付着している水分を除去、あるいは可能な限り低減する。例えば、ドライエアーを供給した処理槽内にインクジェットヘッド1を放置すれば良い。このような前処理工程を行うと、HMDSの付着状況の安定化を図ることができる。すなわち、振動板5の底面51、およびセグメント電極部18の表面から余分な付着水分を低減・除去して、HMDSの付着状況の安定化を図り、次の工程におけるHMDSの付着状況にばらつきが発生するのを回避できる。

【0038】なお、ドライエアーを用いる方法の他、処理槽内を真空中にして加熱する真空加熱工程、処理槽内を真空雰囲気および窒素雰囲気に交互に切り換える工程、

10

20

30

40

50

およびこれらの組合わせを前処理工程として採用することができる。

【0039】次に、ステップST4のHMDS付着工程において、共通電極である振動板5の底面51、およびセグメント電極部18の表面に、それぞれHMDSからなる疎水膜22、23を形成する。例えば、HMDSを入れた容器を前記処理槽内に置き、ドライエアーの供給を止め、常温、常湿で雰囲気圧力を大気圧として、この状態を、HMDSが拡散により十分に空間15に入り込むまで（例えば、約20時間程度）維持する。この結果、共通電極である振動板5の底面51およびセグメント電極部18の表面にはHMDSからなる疎水膜22、23が形成される。この時の処理槽内のHMDS濃度は約0.3%以上にすれば良い。

【0040】図6には、シリコン製の振動板5の底面およびITO製のセグメント電極部18の表面に形成されたHMDSの疎水層22a、23aの分子結合状態を示してある。この図に示すように、各表面では、OH基が疎水基であるOSi(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>基と入れ代わった状態となる。

【0041】次に、図5のステップST5の気密封止工程において、処理槽内からインクジェットヘッド1を取り出さず、処理槽内で振動板5とセグメント電極部18との間の空間15を気密封止する。この時、気密封止されたギャップ15のHMDS濃度は約0.3%以上になる。

【0042】ここで、本例では、処理槽内を、窒素ガスよりも放電開始電位の高い放電抑制ガス、例えば、CF<sub>4</sub>、SF<sub>6</sub>、ブタン、エチルアルコール等のガス雰囲気とし、この状態で気密封止を行うようにしている。この結果、気密封止された振動板5とセグメント電極部18の間の空間15には、濃度が約0.3%以上のHMDSを含む放電抑制ガスが充填された状態になる。

【0043】図7は疎水膜22、23を形成した直後にインクジェットヘッド1を外部に放置した場合における放置時間と疎水膜22、23の耐久性の相関関係のグラフである。なお、このグラフは、封止工程における処理槽内のHMDS濃度が0.8%以上になるようにした場合に得られたものである。また、耐久性は、振動板5の1回の振動を1サイクルとして測定したものである。

【0044】このグラフからわかるように、HMDSからなる疎水膜22、23を形成した後に、その状態のまま封止せずに処理槽内から取り出して、大気中に放置しておくと、疎水膜22、23の耐久性は処理槽内から取り出した直後（右下がり領域A）に急激に低下する。そして、数分後に所定の耐久性レベルに安定する。（安定領域B）。その後、さらに放置しておくと、数日後には耐久性が再び徐々に回復する（右上がり領域C）。また、右上がり領域Cの耐久性は、疎水膜22、23を形成した直後（右下がり領域A）の耐久性に比べれば低い

レベルである。

【0045】本例の製造方法では、空間15のHMDS濃度が約0.3%以上の状態を保持したまま、当該空間15を気密封止している。従って、実質的にHMDSからなる疎水膜22、23を形成した直後に空間15が気密封止されることになる。

【0046】すなわち、図7の右下がり領域Aで空間15を気密封止したことになる。このため、振動板5の表面およびセグメント電極部18の表面に形成された疎水膜22、23の耐久性としては、疎水膜22、23が形成された直後あるいはそれに近いものになる。

【0047】図8は、図7における右下がり領域Aに含まれる放置時間内で空間15を気密封止したときに得られる当該空間内のHMDS濃度と、疎水膜22、23の耐久性の相関関係のグラフである。このグラフから明らかのように、疎水膜22、23を形成した後、空間15のHMDS濃度が約0.3%以上のまま気密封止すれば、数千万～数十億サイクル程度の耐久性が得られる。

【0048】また、このグラフから分かるように、インクジェットヘッド1は空間15が0.3%以上のHMDS濃度となるように気密封止されているので、疎水膜22、23の耐久性は、約2千万サイクル以上になる。従って、疎水膜22、23を形成してから数日間放置した後に、空間15を気密封止した場合と同等あるいはそれ以上の耐久性を持つ疎水膜を得ることができる。例えば、空間15のHMDS濃度を約0.4%以上にする、1億サイクル以上の耐久性を持つ疎水膜22、23を得ることができる。

【0049】ここで、空間15のHMDS濃度を高めるにしたがって疎水膜22、23の耐久性は上昇する。但し、HMDS濃度が約0.8%となると疎水膜の耐久性は50億サイクル程度に飽和する。このため、処理槽内のHMDS濃度の管理誤差を考慮すれば、処理槽内のHMDSの濃度を1.0%ないし1.1%前後に設定して、この処理槽内で空間15を気密封止することが最も好ましい。

【0050】なお、気密封止工程では、処理槽内からインクジェットヘッド1を取り出して気密封止を行ってもよい。この場合には、図7からわかるように、インクジェットヘッド1を処理槽内から取り出すと、疎水膜22、23の耐久性は急激に低下する。このため、インクジェットヘッド1を処理槽内から取り出した直後、例えば、図7の例では約3分以内に気密封止すれば良い。この場合においても、放電抑制ガスを、振動板5とセグメント電極18の間の空間に充填すればよい。

【0051】ここで、ステップST4のHMDS付着工程を行うと、キャビティープレート3のその他の表面にも疎水膜が形成されて疎水性が付与されてしまい、インク流路の気泡の排出性が悪化する等の問題が生じる。しかしながら、ステップST5の気密封止工程を行った後



に、RCA洗浄（アンモニア、過酸化水素水の混合液を用いた洗浄）等を行うことにより簡単にインク流路表面から疎水膜を除去することが可能である。このため、気泡の排出性悪化等の問題が併発されることを防止できる。

【0052】（実施例の効果）以上説明したように、本例のインクジェットヘッド1においては、振動板5とセグメント電極18の表面の疎水膜22、23を形成した後、これらの間の空間を封止材21によって気密封止する際に、当該空間に、窒素ガスよりも放電開始電位の

高い放電抑制ガスを充填するようにしている。

【0053】本発明者等の実験によれば、振動板5とセグメント電極18の間の放電が抑制され、この結果、疎水膜22、23の重合化が抑制されて、インクジェットヘッドの耐久性が向上することが確認された。

【0054】また、本例では、疎水膜としてHMDSを用いているので、従来におけるPFDAからなる疎水膜を用いる場合に比べて、インクジェットヘッドの耐久性が大幅に向上するという利点が得られる。

【0055】さらに、本例では、振動板5とセグメント電極18の間の空間に、0.3%以上の濃度のHMDSを気密封止している

ので、耐久性の高い疎水膜を形成できるといふ効果も得られる。

【0056】（その他の実施の形態）なお、上述した実施形態では、一定の間隔で対向配置され相対変位可能な対向部材の両面に、即ち、共通電極として機能する振動板の底面と、振動板に対向する個別電極の表面に疎水膜を形成する例について述べたが、いずれか一方の面のみに形成しても、対向部材同士が貼り付いたままの状態

（スティッキング状態）に陥ることを防止する効果が得られる。例えば、個別電極が形成されている基板の表面に疎水膜を形成した後、その基板に振動板が形成された基板を接合するようにすれば、対向部材の一方の面のみに疎水膜を形成した静電型アクチュエータを得ることができる。このような方法を用いてインクジェットヘッドを製造すれば、製造工程中にインク流路表面に疎水膜は形成されない

ので、RCA洗浄（アンモニア、過酸化水素水の混合液を用いた洗浄）等を行ってインク流路表面の疎水膜を除去する後処理は不要となる。

【0057】更に、上述の実施形態では、対向部材間に気密封止される化合物としてHMDSを例にとって説明したが、これに限らず、疎水基を有し、かつ水酸基と反応可能な有機珪素化合物であれば本発明に適用可能である。この有機珪素化合物は、例えば、

式  $R_3-Si-X$

もしくは式  $R_3-SiNHHSi-R_3$ （Rはアルキル基、Xはハロゲンもしくはアミノ基を示す）で表される化合物であり、例えば、ヘキサエチルジシラザン（ $(C_2H_5)_3SiNHHSi(C_2H_5)_3$ ）、トリメチルクロロシラン（ $(CH_3)_3SiCl$ ）、トリエチルクロ

ロシラン（ $(C_2H_5)_3SiCl$ ）、トリメチルアミノシラン（ $(CH_3)_3SiNH_2$ ）、トリエチルアミノシラン（ $(C_2H_5)_3SiNH_2$ ）等が含まれる。また、例えば、ジメチルジクロロシラン（ $(CH_3)_2SiCl_2$ ）等の式  $R_2-Si-X$ （Rはアルキル基、Xはハロゲンもしくはアミノ基を示す）で表される有機珪素化合物を本発明に適用してもよい。

【0058】また、従来技術において疎水膜として用いられているPFDAを用いて、本発明の静電型アクチュエータの疎水膜を形成した場合においても、その耐久性が改善されることが確認された。

【0059】なお、前述したインクジェットヘッド1は、インク液滴を基板の上面に設けたインクノズルから吐出させるフェイスインクジェットタイプであるが、基板の端部に設けたインクノズルから吐出させるエッジインクジェットタイプにも本発明のインクジェットヘッドを適用できる。

【0060】また、上記の例では、インクジェットヘッドに対して本発明を適用した例であるが、本発明はインクジェットヘッド以外の静電型アクチュエータ、例えば、特開平7-54259号公報に開示されているようなマイクロメカニカル装置、静電型アクチュエータを用いた表示装置、マイクロポンプ等に対しても同様に適用できる。

【0061】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の静電型アクチュエータにおいては、その第1および第2の電極部材の表面に疎水膜を形成すると共に、当該疎水膜が形成されている第1及び第2の電極部材の間の空間に放電抑制ガスが気密封止されていることを特徴としている。

【0062】この構成を採用することにより、本発明者によって初めて見出された現象である、電極部材間の放電が原因となって疎水膜の重合が発生して疎水膜、ひいては静電型アクチュエータの耐久性が低下してしまうという弊害を抑制あるいは回避することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用したインクジェットヘッドの分解斜視図である。

【図2】図1のインクジェットヘッド概略縦断面図である。

【図3】図1のインクジェットヘッドの平面図である。

【図4】図1のインクジェットヘッドの一部を示す概略横断面図である。

【図5】図1のインクジェットヘッドの製造工程を示す概略フローチャートである。

【図6】形成されたHMDSの疎水層を示す模式図である。

【図7】疎水膜を形成した直後にインクジェットヘッドを外部に放置した場合における放置時間と疎水膜の耐久性の相関関係のグラフである。

11

12

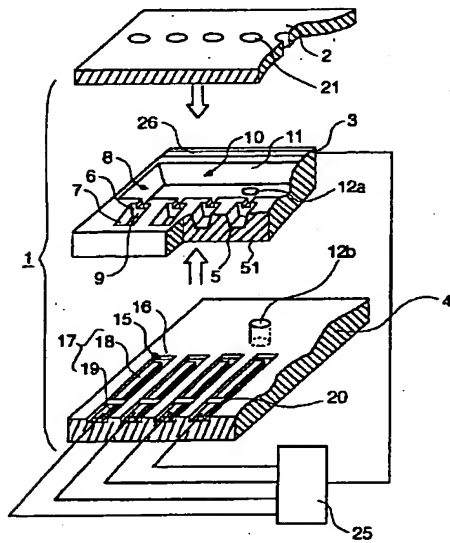
【図8】図7の右下がり領域に含まれる放置時間内で隙間を気密封止したときに得られる隙間内のHMDS濃度と疎水膜の耐久性の相関関係のグラフである。

【符号の説明】

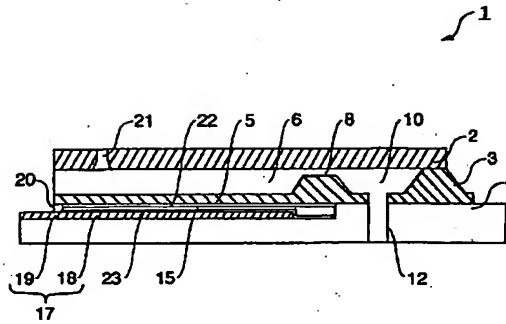
- 1 インクジェットヘッド
- 2 ノズルプレート
- 3 キャビティープレート
- 4 ガラス基板
- 5 振動板（共通電極）

- 6 インク室
- 8 インク供給口
- 10 インクリザーバ
- 15 電極間における気密封止された空間
- 17 個別電極（ITO膜）
- 18 セグメント電極部（ITO膜）
- 20 封止材
- 25 電圧印加装置
- 26 共通電極端子

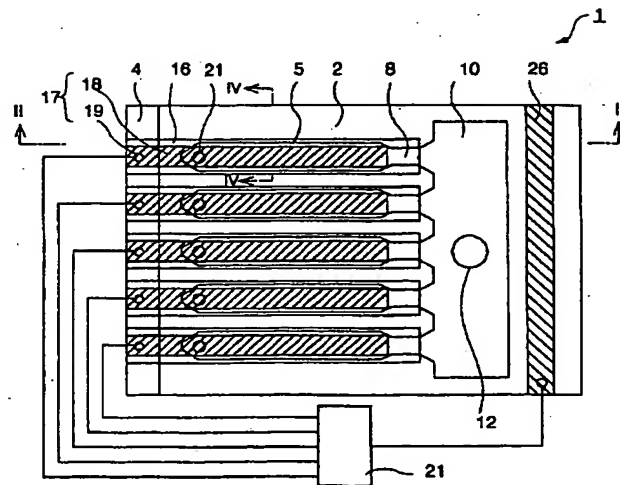
【図1】



【図2】

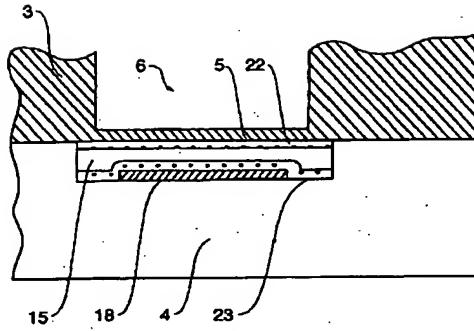


【図3】

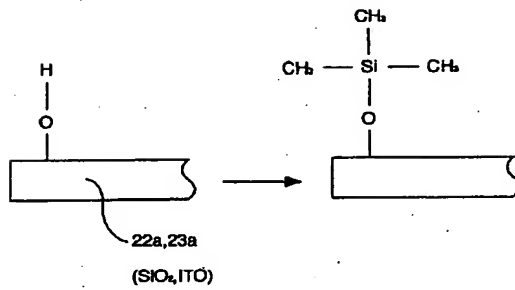




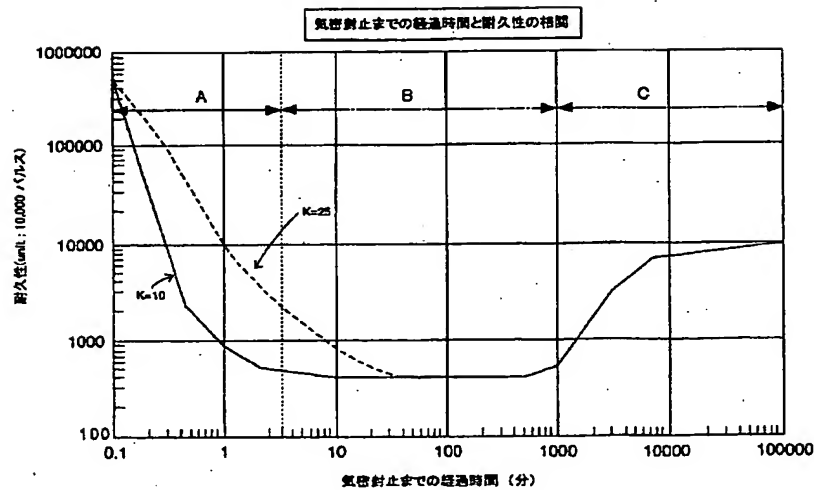
【図4】



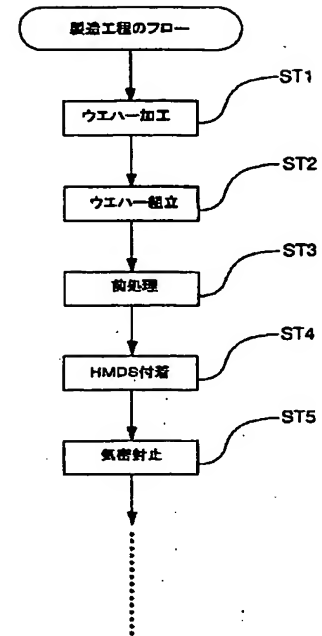
【図6】



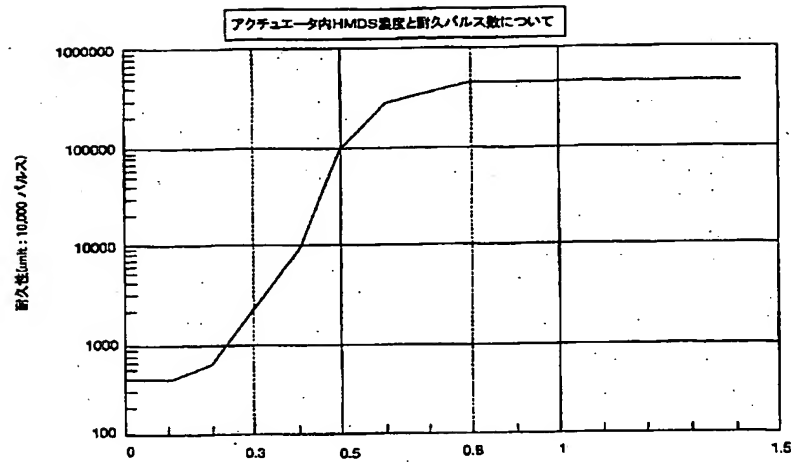
【図7】



【図5】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 丸山 博幸  
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ  
 ーエプソン株式会社内

Fターム(参考) 2C057 AF66 AF70 AG12 AG54 AG92  
 AG93 BA04 BA15